饲粮中添加金针菇菌渣对黄羽肉鸡生长性能、肉品质及肌肉营养成分的影响[1]

闫昭明　马　杰　段金良　陈清华*

（湖南农业大学动物科学技术学院，长沙 410128）

摘　要：本试验旨在研究饲粮中添加金针菇菌渣对黄羽肉鸡生长性能、肉品质及肌肉营养成分的影响。选取 192 只 28 日龄的健康黄羽肉鸡，按体重相近的原则，随机分为 2 个组，每组 6 个重复，每个重复 16 只鸡。对照组饲喂基础饲粮，试验组饲喂使用 2%金针菇菌渣等量替换基础饲粮中玉米和豆粕的试验饲粮。试验期 28 d。结果表明：与对照组相比，试验组肉鸡平均日采食量（ADFI）、平均日增重（ADG）、料重比（F/G）无显著差异（$P>0.05$）；试验组肉鸡胸肌、腿肌的亮度（L^*）和黄度（b^*）值无显著差异（$P>0.05$），但红度（a^*）值显著降低（$P<0.05$）；试验组肉鸡胸肌、腿肌的粗脂肪含量显著降低（$P<0.05$），粗蛋白质和总氨基酸含量显著提高（$P<0.05$），必需氨基酸和风味氨基酸含量极显著提高（$P<0.01$）。由此可见，饲粮中添加金针菇菌渣对黄羽肉鸡生长性能无显著影响，但可改善肉品质及营养价值。

关键词：金针菇菌渣；黄羽肉鸡；生长性能；肉品质

中图分类号：S831　　　　文献标识码：　　　　文章编号：

金针菇进行工厂化生产后，将成熟的金针菇子实体进行收获，废弃的栽培基质称为金针菇菌渣[1-2]。据研究显示，金针菇菌渣中含有的营养物质种类多样，如大量未分解利用的纤维素、无机盐、蛋白质和脂肪等[1,3-4]。我国食用菌年产量居世界前列，但由于生产者对其利用不当，采取不合适的处理方式，将其用作燃料进行燃烧，或是随意丢弃，造成了严重的环境污染和资源浪费[5-7]。在实际生产中，使用菌渣饲料可以降低饲料成本[8-9]。合理的开发利

收稿日期：2017-10-26

基金项目：湖南农业大学技术开发合作项目（菇渣在畜禽饲料中的应用与开发 17088）

作者介绍：闫昭明（1995-），男，新疆乌鲁木齐人，硕士研究生，研究方向为饲料资源开发利用。E-mail： 870735286@qq.com

*通信作者：陈清华，教授，博士生导师，E-mail: chqh314@163.com

用菌渣资源不仅能为环境改善提供帮助，而且还可以促进相关畜牧产业、食用菌种植业的可持续发展以及配套商业模式的良性循环。金针菇菌渣资源在动物生产应用中使用较少，从而也被归类为非常规饲料。为开发这一饲料资源类型，本试验研究了饲粮中添加金针菇菌渣对黄羽肉鸡生长性能、肉品质及肌肉营养成分的影响，旨在规范金针菇菌渣在养殖过程中的使用方法，对其在黄羽肉鸡上的饲用价值进行综合评价。

1 材料与方法

1.1 试验材料

从广东某食用菌生产公司收购收获金针菇后的金针菇菌渣风干物。经过测定：供试金针菇菌渣代谢能为 12.87 MJ/kg，干物质含量为 94.09%，粗蛋白质含量为 10.55%，粗纤维含量为 28.80%，灰分含量为 12.98%，钙含量为 0.45%，磷含量为 2.40%。

1.2 试验动物与试验设计

试验选取健康的 28 日龄黄羽肉鸡 192 只，公母各占 1/2，按照体重相近的原则，随机分为 2 个组，每组 6 个重复，每个重复 16 只鸡。对照组饲喂基础饲粮，试验组饲喂使用 2%金针菇菌渣等量替换基础饲粮中玉米和豆粕的试验饲粮。试验期 28 d。

1.3 试验饲粮

基础饲粮为玉米-豆粕型，参考我国《黄羽肉鸡营养需要标准》(NY/T 33-2004)进行饲粮配方设计；试验饲粮按照试验设计使用 2%金针菇菌渣等量替换基础饲粮中玉米和豆粕，为保证试验组与对照组饲粮营养成分的一致性，金针菇菌渣等量替换 1.75%的玉米和 0.25%的豆粕。试验饲粮组成及营养水平见表 1。

表 1 试验饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 1 Composition and nutrient levels of experimental diets (air-dry basis) %

项目 Items	对照组 Control group	试验组 Test group	营养水平 Nutrient levels[2]	对照组 Control group	试验组 Test group
玉米 Corn	64.00	62.25	代谢能 ME/(MJ/kg)	12.55	12.54
豆粕 Soybean meal	29.00	28.75	粗蛋白质 CP	18.00	17.95

豆油 Soybean oil	3.00	3.00	钙 Ca	0.90	0.91
金针菇菌渣 *Enoki mushroom* residues		2.00	总磷 TP	0.64	0.65
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	1.56	1.56	有效磷 AP	0.40	0.41
石粉 Limestone	1.24	1.24	赖氨酸 Lys	0.98	0.97
食盐 NaCl	0.30	0.30	蛋氨酸 Met	0.42	0.41
L-赖氨酸盐酸盐 *L*-Lys•HCl	0.12	0.12	蛋氨酸+半胱氨酸 Met+Cys	0.75	0.74
DL-蛋氨酸 *DL*-Met	0.15	0.15			
预混料 Premix[1)]	0.63	0.63			
合计 Total	100.00	100.00			

[1)] 预混料为每千克饲粮提供 The premix provided the following per kg of diets：VA 8 000 IU，VD_3 2 500 IU，VE 10 IU，VK_3 1.5 mg，VB_1 4 mg，VB_2 3.6 mg，VB_5 40 mg，VB_6 4 mg，VB_{12} 0.02 mg，生物素 biotin 0.10 mg，叶酸 folic acid 0.8 mg，*D*-泛酸 *D*-pantothenic acid 10 mg，烟酸 nicotinic acid 8 mg，乙氧基喹啉 ethoxyquin 100 mg，Cu (as copper sulfate) 8 mg，Fe (as ferrous sulfate) 80 mg，Mn (as manganese sulfate) 80 mg，Zn (as zinc sulfate) 60 mg，I (as potassium iodide) 0.35 mg，Se (as sodium selenite) 0.15 mg。

[2)] 计算值 Calculated values。.

1.4 饲养管理

试验鸡采用网上平养，饲养密度为每笼 10 只/m^2，试验期间自由采食并提供充足饮水，全期 24 h 光照，采用自然光照与人工光照结合，保持温度在 20~25 ℃至试验结束，环境湿度采用自然湿度。定期对排泄物进行处理，保持笼内干燥、清洁、卫生。

1.5 样品采集及指标测定

1.5.1 生长性能

以重复为单位，记录试验鸡的采食量，分别于 28 和 56 日龄晨饲前空腹进行称重，计算平均日采食量、平均日增重和料重比。

1.5.2 肉品质

试验结束时（56 日龄），称活重，分别从各重复中随机取 1 只公鸡进行屠宰试验，宰前禁食 12 h，刺杀放血，拔毛后，将一侧整块胸大肌和腿肌剥离，按黄羽肉鸡肉质评定技术

操作规程的推荐方法[10]测定胸肌和腿肌的肉品质常规指标。

肉色测定：用色差计（Optp-Star 型，Matthaus 公司，德国）沿肌肉长轴中线由厚到薄取 3 点测定，记录肌肉亮度（L^*）、红度（a^*）、黄度（b^*）值，分别求平均值。

pH 测定：沿肌肉长轴中线从头到尾取 3 点，用 pH 仪（PHS-2F 型，上海雷磁公司）测定，求平均值。

失水率测定：取肉样置于 2 层医用纱布之间，上下各垫 18 层滤纸，夹于铁板中，放在压缩仪的平台上，加压至 35 kg 处保持 1 min，撤除压力后取肉样称重，计算失水率。

滴水损失测定：取肉样准确称重后用铁丝钩住一端，悬吊在倒扣的一次性塑料杯底，置于塑料袋中，扎紧袋口，在 4 ℃条件下贮藏 24 h，取出肉样称重，计算滴水损失。

蒸煮损失测定：取肉样放入密闭的封口袋内，在 4 ℃条件下冷藏 24 h 后，放置 30 min 至室温，称重后再放入干净的密闭封口袋内，袋口向上放入 80 ℃恒温水浴锅中，加热至肉样中心温度达 70 ℃，取出冷却 24 h 后，对肉样称重，计算蒸煮损失。

剪切力测定：对测定完蒸煮损失的肉样进行第 2 次修剪，切成 3 块，分别按肌纤维走向横放在剪切仪（C-LM 型，东北农业大学工程学院）刀口位置进行剪切 2 次，求 6 次剪切力的平均值。

1.5.3　肌肉常规营养成分及氨基酸含量

肌肉常规营养成分分析方法：水分含量采用烘箱干燥法测定，粗灰分含量采用盐酸(2 mol/L)煮沸法测定，粗蛋白质含量采用半微量凯氏定氮法测定，粗脂肪含量采用索氏提取法测定。

氨基酸含量分析方法：样品在 110 ℃下经盐酸水解 24 h，用氨基酸自动分析仪（835-50 型，日立公司，日本）测定其中 17 种氨基酸含量。另将样品经 5 mol/L NaOH 水解，用荧光光度计（RF-540 型，岛津公司，日本）测定色氨酸的含量。

1.6　数据统计分析

试验数据经 Excel 2010 初步统计，采用 SPSS 19.0 软件进行单因素方差分析（one-way ANOVA），用 Duncan 氏法进行多重比较。结果以平均值±标准差表示，P<0.05 为差异显著，P<0.01 为差异极显著。

2 结 果

2.1 饲粮中添加金针菇菌渣对黄羽肉鸡生长性能的影响

由表 2 可知，饲粮中添加金针菇菌渣对黄羽肉鸡的平均日采食量、平均日增重和料重比均无显著影响（P＞0.05）。

表 2 饲粮中添加金针菇菌渣对黄羽肉鸡生长性能的影响

Table 2 Effects of dietary *Enoki mushroom* residues on growth performance of yellow-feathered broilers

项目 Items	对照组 Control group	试验组 Test group
初始体重 IBW/g	543.04±16.82	544.32±15.67
终末体重 FBW/g	1 755.72±31.54	1 789.76±28.93
平均日采食量 ADFI/(g/d)	97.88±5.04	102.76±3.75
平均日增重 ADG(g/d)	43.31±4.41	44.48±0.98
料重比 F/G	2.26±0.10	2.31±0.11

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著（P<0.05），相同或无字母表示差异不显著（P>0.05）。表 3 同。

In the same row, values with different small letter superscripts mean significant difference (P<0.05), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference (P>0.05). The same as Table 3.

2.2 饲粮中添加金针菇菌渣对黄羽肉鸡肉品质的影响

由表 3 可知，胸肌肉品质方面，与对照组相比，饲粮中添加金针菇菌渣显著降低了红度值、失水率和滴水损失（P＜0.05），显著提高了剪切力（P＜0.05），而亮度、黄度、pH 和蒸煮损失无显著差异（P>0.05）。腿肌肉品质方面，与对照组相比，饲粮中添加金针菇菌

渣显著降低了红度值、剪切力和滴水损失（P＜0.05），而亮度、黄度值及失水率、pH、蒸煮损失无显著差异（P>0.05）。

表 3　饲粮中添加金针菇菌渣对黄羽肉鸡肉品质的影响

Table 3　Effects of dietary *Enoki mushroom* residues on meet quality of yellow-feathered broilers

项目 Items	胸肌 Breast muscle		腿肌 Thigh muscle	
	对照组 Control group	试验组 Test group	对照组 Control group	试验组 Test group
亮度 L*	49.87±2.67	50.28±1.83	51.69±6.78	51.75±1.80
红度 a*	7.90±2.49[b]	4.84±0.72[a]	14.39±5.30[b]	9.01±2.45[a]
黄度 b*	9.60±2.39	8.95±2.70	9.86±4.15	8.98±3.47
pH	5.95±0.24	6.05±0.26	6.33±0.25	6.21±0.24
蒸煮损失 Cooking loss/%	22.94±2.55	21.95±2.20	32.42±1.71	30.93±1.47
剪切力 Shear force/kgf	17.78±8.47[a]	31.09±6.24[b]	10.15±2.99[b]	8.14±2.32[a]
失水率 Water loss rate/%	38.11±2.89[b]	24.89±4.67[a]	28.90±2.68	32.59±5.87
滴水损失 Drip loss/%	11.18±1.54[b]	8.02±1.28[a]	12.27±1.07[b]	10.69±2.39[a]

2.3　饲粮中添加金针菇菌渣对黄羽肉鸡肌肉营养成分的影响

由表 4 可知，在胸肌营养成分方面，与对照组相比，饲粮中添加金针菇菌渣显著提高了粗蛋白质含量（P＜0.05），显著降低了粗脂肪含量（P＜0.05），而水分和粗灰分含量无显著差异（P>0.05）。在腿肌营养成分方面，与对照组相比，饲粮中添加金针菇菌渣显著提高了粗蛋白质含量（P＜0.05），显著降低了粗脂肪含量（P＜0.05），而水分和灰分含量无显著差异（P>0.05）。

表 4　饲粮添加金针菇菌渣对黄羽肉鸡肌肉营养成分的影响

Table 4　Effects of dietary *Enoki mushroom* residues on muscle nutrient component of yellow-feathered broilers　　%

项目 Items	组别 Groups	水分含量 Moisture content	蛋白质含量 Crude protein content	粗脂肪含量 Crude fat content	粗灰分含量 Ash content
胸 肌 Breast muscle	对照组 Control group	71.46±0.42	24.61±0.81[a]	1.67±0.06[b]	1.13±0.05
	试验组 Test group	71.42±0.71	26.48±0.62[b]	1.44±0.05[a]	1.14±0.07
腿 肌	对照组	72.18±0.92	22.40±0.58[a]	1.85±0.06[b]	1.15±0.06

Thigh muscle	Control group				
	试验组 Test group	72.19±0.84	24.83±0.50^{b}	1.49±0.10^{a}	1.15±0.05

同列数据肩标不同小写字母表示差异显著（*P*<0.05），相同或无字母表示差异不显著（*P*>0.05）。

In the same column, values with different small letter superscripts mean significant difference (*P*<0.05), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference (*P*>0.05).

2.4　饲粮中添加金针菇菌渣对黄羽肉鸡肌肉氨基酸组成的影响

由表 5 可知，在胸肌和腿肌氨基酸组成方面，与对照组相比，饲粮中添加金针菇菌渣均显著提高了总氨基酸含量（*P*＜0.05），极显著提高了必需氨基酸和风味氨基酸含量（*P*＜0.01），而各氨基酸含量无显著差异（*P*>0.05）。

表 5　饲粮中添加金针菇菌渣对黄羽肉鸡肌肉中氨基酸含量的影响

Table 5　Effects of dietary *Enoki mushroom* residues on muscle amino acid contents of yellow-feathered broilers　　%

氨基酸 Amino acids	试验组 Test group		对照组 Control group	
	胸肌中含量 Content in breast muscle	腿肌中含量 Content in thigh muscle	胸肌中含量 Content in breast muscle	腿肌中含量 Content in thigh muscle
缬氨酸 Val	1.14±0.06	1.31±0.04	1.02±0.00	1.00±0.01
蛋氨酸 Met	0.66±0.02	0.66±0.02	0.62±0.01	0.61±0.01
赖氨酸 Lys	1.73±0.07	1.66±0.05	1.65±0.07	1.69±0.04
异亮氨酸 Ile	1.10±0.11	1.02±0.01	1.06±0.03	0.95±0.04
亮氨酸 Leu	1.87±0.03	1.82±0.01	1.82±0.02	1.72±0.01
苯丙氨酸 Phe	1.01±0.02	0.84±0.03	0.97±0.00	0.93±0.02
色氨酸 Trp	0.27±0.01	0.25±0.02	0.25±0.02	0.23±0.01
苏氨酸 Thr	1.06±0.02	1.09±0.05	1.02±0.02	0.95±0.03
天冬氨酸 Asp	1.76±0.01	1.75±0.01	1.68±0.02	1.61±0.09
谷氨酸 Glu	2.87±0.02	2.89±0.02	2.85±0.03	2.76±0.04
甘氨酸 Gly	1.16±0.06	1.11±0.05	1.11±0.04	1.13±0.01
精氨酸 Arg	1.61±0.08	1.59±0.01	1.59±0.02	1.55±0.04
丙氨酸 Ala	1.40±0.12	1.36±0.03	1.28±0.02	1.29±0.02

丝氨酸 Ser	0.97±0.02	0.96±0.01	0.86±0.01	0.82±0.02
组氨酸 His	0.86±0.02	0.86±0.00	0.96±0.01	0.93±0.00
脯氨酸 Pro	0.89±0.02	0.89±0.01	0.78±0.02	0.74±0.02
半胱氨酸 Cys	0.19±0.03	0.20±0.02	0.21±0.01	0.21±0.01
酪氨酸 Tyr	0.84±0.02	0.84±0.03	0.82±0.01	0.80±0.01
总氨基酸 TAA	23.64±0.29*	21.14±0.13*	20.56±0.08	19.99±0.22
必需氨基酸 EAA	9.03±0.18**	8.64±0.19**	8.40±0.17	8.07±0.11
风味氨基酸 DAA	7.30±0.18**	7.26±0.08**	6.93±0.17	6.79±0.06

必需氨基酸包括苏氨酸、缬氨酸、蛋氨酸、赖氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸和色氨酸（Trp），风味氨基酸包括天冬氨酸、谷氨酸、甘氨酸和丙氨酸。*表示试验组与对照组相比差异显著（P＜0.05），**表示试验组与照组相比差异极显著（P＜0.01）。

The EAA include Thr, Val, Met, Lys, Ile, Leu, Phe and Trp, the DAA include Asp, Glu, Gly and Ala. * mean significant difference between text group and control group (P <0.05), ** mean extremely significant difference between text group and control group (P<0.01).

3 讨 论

3.1 饲粮中添加金针菇菌渣对黄羽肉鸡生长性能和肉品质的影响

菌渣中含有丰富的营养物质，并由于菌体生长而留存大量菌丝体，可提供蛋白质及多种氨基酸[11]。饲料原料中的非蛋白氮在菌丝的作用下合成菌体蛋白，从而提升了饲料蛋白质含量，所含纤维素与半纤维素的降解有助于提高饲料消化率[12]。同时由于其特殊的菌香气味，可提升动物食欲及适口性[5]。董志国等[13]研究发现，在肉鸡、蛋鸡饲粮中使用菌渣类原料可以起到良好的增重及增加产蛋的效果。肠道沙门氏菌是一类具有极大危害的致病菌，能引起家禽等多种动物的肠道疾病，作为主要病原菌污染禽蛋、禽肉等动物产品，除降低肉鸡生长性能的充分发挥，还时常导致人类中毒症状的发生[14]。Lee 等[15]研究发现，在肉仔鸡饲粮中添加一定水平的金针菇菌丝体可以抑制盲肠内沙门氏菌的数量，减少排粪时气体的排放。当肠道健康时，有助于动物整体健康发展。本试验将金针菇菌渣添加到饲粮中饲喂黄羽肉鸡，在平均日采食量及平均日增重等方面表现出增长趋势，且菌渣类饲料成本低廉，可降低养殖成本，提升效益。

肌肉的剪切力、水分含量及滴水损失等指标都可以反映肌肉的细嫩程度。剪切力是评价肌肉嫩度的重要指标，肌肉剪切力越低说明肉质越嫩，而剪切力越高则相反。此外，肌肉中

水分含量高会提升口感。有报道称，肌肉纤维的直径和密度会影响肌肉嫩度和失水率[16]。失水率是指当肌肉在外力压迫的环境下经一定时间失去的水分占失水前重的百分数，也是肉质评价中一项非常重要的指标，失水率低的肉在烹煮后表现更为鲜嫩多汁。本试验结果表示，胸肌肉品质方面，饲粮中添加金针菇菌渣可以显著降低肌肉红度值、失水率和滴水损失，并显著提高剪切力；腿肌肉品质方面，饲粮中添加金针菇菌渣可显著降低肌肉红度值、剪切力和滴水损失。试验组与对照组相比保水性都有提升，腿肌剪切力降低，可见饲粮中添加金针菇菌渣后，黄羽肉鸡的肉品质得到了提升。有研究表明，饲粮蛋白质水平的高低可以影响肉品质的多项指标[16-19]。而本试验不同饲粮中蛋白质水平基本一致，试验组胸肌、腿肌的肉品质均得到了不同程度的提升。因此我们推测，金针菇菌渣可能通过影响黄羽肉鸡的蛋白质和脂肪代谢，进而影响肉鸡的生长性能和肉品质，其作用机理还有待进一步探讨。

3.2　饲粮中添加金针菇菌渣对黄羽肉鸡肌肉营养成分和氨基酸组成的影响

肉的营养价值依赖于蛋白质的含量及其质量。范艳平[20]研究表明，利用菌渣类饲料饲喂肉鸡可以提高肌肉中粗蛋白质的含量。本试验结果显示，无论是在胸肌还是腿肌方面，饲粮中添加金针菇菌渣可显著提高肌肉中粗蛋白质含量，同时显著降低粗脂肪含量，不会影响到黄羽肉鸡肌肉中水分和粗灰分的含量，这表明饲粮中使用一定量金针菇菌渣能改善黄羽肉鸡肌肉营养成分的组成。

有研究发现，氨基酸的含量及组成是影响肉类及其制品品质的重要指标[21]。菌渣氨基酸种类齐全，且必需氨基酸量占总氨基酸含量的39%左右，与标准鸡蛋蛋白有很强的贴近度[22]。虽然菌渣中蛋白质及氨基酸含量低于菌子实体，但同样具有很高的使用价值。肌肉中所含氨基酸的种类、数量及不同组分所占的比例差异是评价该肉类质量的一个重要指标。通常认为，肌肉氨基酸含量越高，其营养价值越高[23]。动物肌肉中风味氨基酸如天冬氨酸、谷氨酸、甘氨酸、丙氨酸、精氨酸等与肌肉风味紧密相关[24-25]。味精的主要成分是谷氨酸钠，谷氨酸是谷氨酸钠的重要组成成分，通常来说，肌肉中谷氨酸含量越高，味道越鲜美。本试验结果表

明，无论胸肌还是腿肌，饲粮中添加金针菇菌渣后谷氨酸的含量均有提高的趋势。此外，饲粮中添加金针菇菌渣显著提高了胸肌和腿肌中总氨基酸、风味氨基酸以及必需氨基酸含量，提高了鸡肉的风味性。

4 结 论

饲粮中添加金针菇菌渣可改善黄羽肉鸡肌肉营养成分和肉品质，显著提高鸡肉风味氨基酸和必需氨基酸含量，对黄羽肉鸡的生长性能影响不显著。

参考文献：

[1]郭万正,赵娜,魏金涛,等.金针菇菌糠配制波尔山羊羔羊全混合颗粒日粮研究[J].中国饲料,2017(3):37-40.

[2]赵晓丽,刘学铭,陈智毅,等.金针菇菌糠不同部位营养成分比较[J].食用菌学报,2012,19(4):21-24.

[3]高士友,高雯,李勇,等.北虫草和金针菇菌糠饲喂畜禽的应用效果[J].饲料研究,2008(4):27-29.

[4]范文丽,李天来,代洋,等.杏鲍菇、香菇、金针菇、蛹虫草、滑菇、平菇菌糠营养分析评价[J].沈阳农业大学学报,2013,44(5):673-677.

[5]马庆菊.食用菌菌糠的研究[J].中国畜禽种业,2010,6(5):148-151.

[6]杨云龙,黄彩梅,白植成,等.金针菇菌糠中木聚糖酶的分离纯化及其酶学性质研究[J].江西农业大学学报,2015，37(6)：1094-1099.

[7]宫志远,韩建东,任鹏飞,等.工厂化金针菇菌糠栽培秀珍菇配方筛选试验[J].中国食用菌,2010,29(4):14-16.

[8]萨仁格勒,李红光.平菇菌糠在育肥猪养殖中的应用试验[J].科学种养,2015(12)，61-62.

[9]赵伟.棉籽壳菌糠饲料喂养肉鸡的试验[J].养殖技术顾问,2010(9):121-122.

[10]席鹏彬,蒋守群,蒋宗勇,等.黄羽肉鸡肉质评定技术操作规程的建立[J].中国畜牧杂

志,2011,47(1):72-76.

[11]韩朋伟,卜小丽,刘世操,等.发酵杏鲍菇菌糠对肉鸡生长性能和血清生化指标的影响[J].粮食与饲料工业,2016,12(3):48-51.

[12]李超,王绍斌,刘燕洁.金针菇菌糠饲喂昌图鹅仔鹅试验[J].食用菌,2007,29(3):60-61.

[13]董志国,胡建伟.棉籽壳菌糠的饲用价值及其利用[J].甘肃畜牧兽医,2001(1):11-12.

[14]丁孟建,高继业,唐好,等.肉鸡源肠炎沙门氏菌的分离与鉴定及生物学特性观察[J].中国畜牧兽医,2009,36(5):203-205.

[15]LEE S B,CHOI Y H,CHO S K,et al.Effects of dietary flammulina velutipes mycelium on broiler chick performance,pathogenic bacterial counts in caecal contents and amount of NH_3 in excreta[J]. Journal of Animal Science & Technology,2012,54(5):341-347.

[16]冯军.日粮蛋白质水平对生长獭兔生长性能、氮代谢以及小肠蛋白酶活的影响[D].硕士学位论文.泰安：山东农业大学,2012.

[17]SINGH B,KRISHNA H P S M.Utilization of low crude protein diet with or without urea and groundnut cake supplementation by growing rabbits[J].Journal of Application Rabbit Research 1988,11:25-29.

[18]宋代军,张家骅.饲粮能量和蛋白质水平对肉鸡肉质的影响[C]//中国畜牧科技论坛.[S.l.]:[s.n.],2005:98-104.

[19]郭金彪,张辉华,朱锦兰,等.饲粮能量与蛋白水平对黄羽肉鸡生长性能与胴体品质的影响[J].中国家禽,2009,31(20):47-48.

[20]范艳平.棉籽壳源低聚木糖菌糠对 AA 肉鸡生长代谢的影响[D].硕士学位论文.扬州:扬州大学,2009.

[21]李铎.食品营养学[M].北京：化学工业出版社,2011.

[22]林忠宁,陈敏健,刘明香,等.真姬菇菇脚和菌糠氨基酸含量测定及营养评价[J].中国食用

菌,2012,31(2):44-46.

[23]李培峰,魏清宇,叶红心,等.边鸡肌肉品质的研究[J].动物营养学报,2016,28(7):2221-2227.

[24]唐利华,方热军,周汝顺,等.不同铬源对肉鸡肌肉品质及氨基酸含量的影响[J].浙江大学学报(农业与生命科学版),2013,39(1):111-118.

[25]岳永生,陈鑫磊.四种不同类型鸡肌肉品质的比较研究[J].中国畜牧杂志,1996(2):30-32.

Effects of *Enoki Mushroom* Residues on Growth Performance, Meat Quality and Muscle Nutrient Component of Yellow-Feathered Broilers[i]

YAN Zhaoming　MA Jie　DUAN Jinliang　CHEN Qinghua*

（*College of Animal Science And Technology, Hunan Agricultural University, Changsha* 410128, *China*）

Abstract: This experiment was conducted to study the effects of *Enoki mushroom* residues on growth performance, meat quality and muscle nutrient component of yellow-feathered broilers. A total of 192 healthy 28-day-old yellow-feathered broilers were randomly divided into 2 groups according to the principle of similar body weight, and with 6 replicates per group and 16 broilers per replicate. Broilers in the control group were fed a basal diet, and the others in the text group were fed the experimental diets which used 2% *Enoki mushroom* residues equivalent replaced the corn and soybean meal in basal diet. The experiment lasted for 28 days. The results showed that compared with the control group, there were no significant differences on the average daily feed intake (ADFI), average daily gain (ADG) and feed to gain ratio (F/G) of broilers of the text group （$P>0.05$）; there were no significant differences on the brightness (L^*) and yellowness (b^*) values in breast muscle and thigh muscle of broilers of the text group （$P>0.05$）, but the redness (a^*) value in breast muscle and thigh muscle was significantly decreased ($P<0.05$); the content of crude fat in breast muscle and thigh muscle of broilers of the text group was significantly decreased ($P<0.05$), but the contents of crude protein and total amino acid in breast muscle and thigh muscle were significantly increased ($P<0.05$), the contents of essential amino acid and flavor amino acid in breast muscle and thigh muscle were extremely significantly increased ($P<0.01$). In

conclusion, dietary *Enoki mushroom* residues have no significant effects on the growth performance, but can improve the meat quality and nutrient value of yellow-feather broilers.

Key words： *Enoki mushroom* residues; yellow-feathered broilers; growth performance; meat quality

*Corresponding author, professor, E-mail: chqh314@163.com （责任编辑　武海龙）